Aus der Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten
Direktor: Prof. Dr. med. Dr. med. dent. H. Heuser
Prothetische Abteilung - Abteilungsvorsteher: Prof. Dr. G. Janke

Vergleichende Untersuchungen verschiedener Verblendkunststoffe und deren Verarbeitungsverfahren auf Spaltbildung

INAUGURAL-DISSERTATION
zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheilkunde

dem Fachbereich Humanmedizin
der Philipps-Universität Marburg

vorgelegt von

Peter Otto Eichmann

aus Höhr-Grenzhausen

Marburg 1973

Druck: Görich & Weiershäuser, Marburg

Aus der Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten
Direktor: Prof. Dr. med. Dr. med. dent. H. Heuser
Prothetische Abteilung - Abteilungsvorsteher: Prof. Dr. G. Janke

Vergleichende Untersuchungen verschiedener Verblendkunststoffe und deren Verarbeitungsverfahren auf Spaltbildung

INAUGURAL - DISSERTATION
zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheilkunde

dem Fachbereich Humanmedizin
der Philipps-Universität Marburg

vorgelegt von

Peter Otto Eichmann

aus Höhr-Grenzhausen

Marburg 1973

Druck: Görich & Weiershäuser, Marburg

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Angenommen vom Fachbereich Humanmedizin
der Universität Marburg am 27. April 1973

gedruckt mit Genehmigung des Fachbereiches

Dekan: Prof. Dr. med. H. Oepen
Referent: Prof. Dr. med. dent. G. Janke
Correferent: Prof. Dr.med. dent. H. Schnell

Inhaltsverzeichnis

Seite

A. Einleitung 1

B. Hauptteil

I. Untersuchungsmethoden

a) Auswahl der Methode 3

b) Methodik der Untersuchung 4

II. Untersuchungsergebnisse

a) Küvettenversuche 10

1. Palaferm ohne Opaker
2. " mit "
3. De Trey " "
4. Wilde " "
5. Ivoclar " "
6. Vita " "
7. Luxene " "

b) Hedent-Gerät 14

8. Palaferm ohne Opaker
9. " mit "
10. De Trey ohne "
11. " mit "
12. Vita " "
13. Wilde " "
14. Ivoclar " "

c) Kaltpolymerisate 18

15. Palaferm ohne Opaker
16. " mit "

d) Pyroplastverfahren 20

17. Kristallmonomer Ivoclar

e) Zwischenversuche 21

III. Auswertung der meßbaren Werte

a) Zusammenstellung nach Spaltbreiten 24

b) Varianzanalyse 27

c) SCHEFFE-Test 28

d) Zwischenversuche 30

C. Zusammenfassung 31

D. Literaturverzeichnis 32

A. Einleitung

Die Spaltbildung zwischen Kunststoff und Metall ist ein Schwachpunkt in der Verblendtechnik. Dies hat zur Folge, daß Verfärbungen, Bakterienreservoire und schließlich Ablösen der Verblendung auftreten.

Der Grund für die Spaltbildung ist darin zu suchen, daß beide Werkstoffe in der Verarbeitung verschiedene physikalische Eigenschaften aufweisen. Hierbei ist in erster Linie die verschiedene lineare Expansion und Kontraktion zu nennen. Dies tritt am auffälligsten bei den heißzuverarbeitenden Verblendmaterialien auf.
Neben der unterschiedlichen Expansion und Kontraktion ist auch die Tatsache zu sehen, daß es zwischen Metall und Kunststoff keine chemischen Verbindungen, ja selbst keine physikalische Verbindung gibt, wie z.B. bei der Porzellanaufbrenntechnik. Bei dieser haben wir den günstigen Umstand, daß das aufgesinterte Porzellan zapfenförmig in die Oberfläche des Metalls eindringt und dadurch eine sehr gute Retention erhält.

Dies ist nun bei keinem Kunststoff und bei keiner Kunststoffverarbeitung (Verfahren) möglich. Hinzu kommt noch die ungünstige Eigenschaft des Kunststoffs, auch nach der Verarbeitung sich zu verändern. Hier ist die Quellung im feuchten Milieu zu nennen, was eine zusätzliche Spannung (ATKINSON und GRANT) erzeugt und zu einer weiteren Spaltbildung führt (H.RITZE). So haben SKINNER und COOPER festgestellt, daß der Kunststoff bei einer 37°C-Wasserlagerung eine lineare Ausdehnung von o,19 bis o,54 % erfährt. JANKE wies nach, daß nach 6 Tagen Wasserlagerung bei vernetztem Akrylat 1,5 % und bei unvernetztem Akrylat 1,7 % Gewichtsveränderungen eintreten. Jedoch ist hier zu erwähnen, daß hochpolymere Stoffe große Mengen niedrigmolekularer Flüssigkeit aufnehmen können, ohne ihren Zusammenhalt und ihre Form zu verlieren.
Dies ist mit der begrenzten und unbegrenzten Quellung zu erklären:

Vernetzte Kunststoffe haben eine begrenzte Quellung und unvernetzte eine unbegrenzte Quellung. Letzteres erklärt sich durch wasserstoffbindende Gruppen, z.B. - CNOH, - NO_2.

Diese Tatsachen haben dazu geführt, daß man (um der Spaltbildung vorzubeugen) den Retentionswert des Kronengerüstes erhöht hat, z.B. Retentionsdrähte, R.-Perlen; ja man hat die Kronenform mit sogenannten Retentionstaschen versehen (MATHE). Ebenso empfiehlt JANKE-APPENRODT die Reinigung des Kronengerüstes mit Chloroform. Dazu kommt, daß Kunststoffe entwickelt wurden (z.B. Copolymerisat Luxene), die eine geringe Schrumpfung aufweisen; ja man verwendet Kunststoffschalen, die mit kaltpolymerisierbarem Kunststoff aufgesetzt werden (WINDECKER), da dieser Kunststoff eine geringe Schrumpfung hat. Hierbei sind auch die Versuche der letzten Jahre zu nennen, bei denen man auf Decklacke (Opaker) Hoffnung setzte, daß sie die Brücke Kunststoff - Metall bilden sollen (Resamin und Epoxydharz). Hinzu kommen spezielle Verfahren der Kunststoffverarbeitung auf das Metallgerüst: die Nachpreßtechnik von JANKE, die hydraupneumatische Polymerisation und die Verarbeitung von Kaltpolymerisaten in Drucktöpfen unter Wasser (GUASTA, ODASSO).

Diese Versuche haben die nachfolgend dargestellte Untersuchung veranlaßt, in der die verschiedenen Kunststoffe und Kunststoffverarbeitungsverfahren, die heute angewendet werden, gegenübergestellt wurden, um festzustellen, welchen Einfluß sie auf die Spaltbildung haben.

B. Hauptteil

I. Untersuchungsmethoden

a) Auswahl der Methode

Bei allen Kunststoffverarbeitungsverfahren ist wichtig, wie sich die Kunststoffe gegenüber dem Blendgerüst verhalten (wie groß die Spaltbreite ist).
Dies zu prüfen, gibt es verschiedene Methoden.

Die Diffusionsmethode (SCHRÖDER), bei der ein Farbstoff (Methylenblau) durch Zentrifugendruck zwischen Metall und Kunststoff gebracht wird, erscheint zu ungenau. Hierbei werden nur qualitative und keine quantitativen Werte gemessen.
Diese Methode ist zudem auch zu kompliziert in der Anwendung, weil die Prüfkörper geschnitten werden müssen.

Ebenso kompliziert wenn auch sicherer ist die "radioactive tracer technique" von FRITZROY, SWARDS und PHILIPP, die radioaktive Isotopen (durch Lagerung in Isotopenlösung) in den Spaltraum Kunststoff-Metall diffundieren lassen. Die Ergebnisse werden dann nach Schneiden der Werkstoffe und Einwirkung derselben auf einen Röntgenfilm ausgewertet.

KNAPPWOST verwendet in seiner Methode zur Bestimmung der Randdichte bei Füllungsmaterialien Glasröhrchen als Probekavität.
Das Gerät von JANKE hat gegenüber dem von KNAPPWOST den Vorteil, daß die Probekörper leicht auswechselbar sind, also von verschiedenem Material und in verschiedener Form hergestellt werden können.

Daher wurde in der nachfolgend beschriebenen Untersuchung die Blasenabreißmethode nach KNAPPWOST in der Modifizierung nach JANKE angewendet.

b) Methodik der Untersuchung

Für die Versuche war es notwendig, die Probekörper möglichst annähernd den Verhältnissen von Verblendkronen in Form und Größe nachzubilden, um praktische Rückschlüsse auf diese zuzulassen.
Daher wurde der vordere Teil einer Verblendkrone mit einem Zahngoldring simuliert, der aus Degulor M hergestellt war. Der Meßdurchmesser und die Stärke des Simulators entsprachen etwa dem einer Kunststoffverblendung (s. Abb. 1).

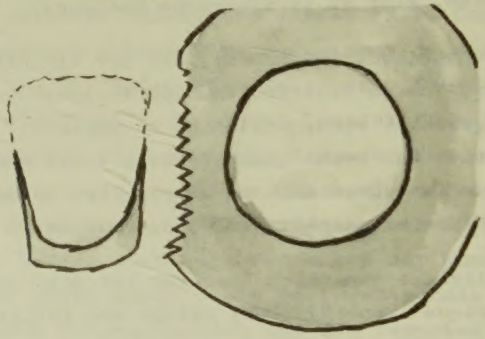


Abb. 1

Die Größe des Ringes spielt hierbei keine Rolle.
Um das Abfließen des plastischen Kunststoffes zu verhindern, wurde ein offener Teil des Ringes mit Zinnfolie abgedeckt. Dies hatte gleichzeitig den Vorteil, daß die Kunststoffstärke nicht zu dick wurde und nachher nicht zuviel weggefräst werden mußte (s. Abb. 2).

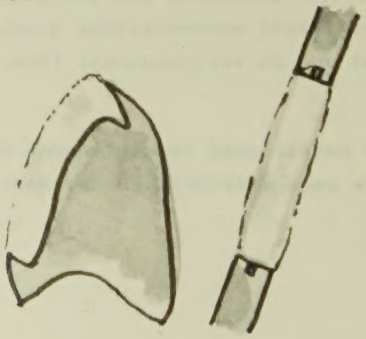


Abb. 2

Um bei jedem zu prüfenden Verfahren mehrere Werte zu erhalten, wurden zwölf gleichgroße Ringe aus Degulor M hergestellt. Um ein Heraussprengen des Kunststoffes bei der Messung zu vermeiden, wurden vier 1 mm tiefe Rillen in die Innenseite des Ringes eingefräst (s. Abb. 3). Gemessen wurde einmal von oben (linker Wert) und von unten (rechter Wert).

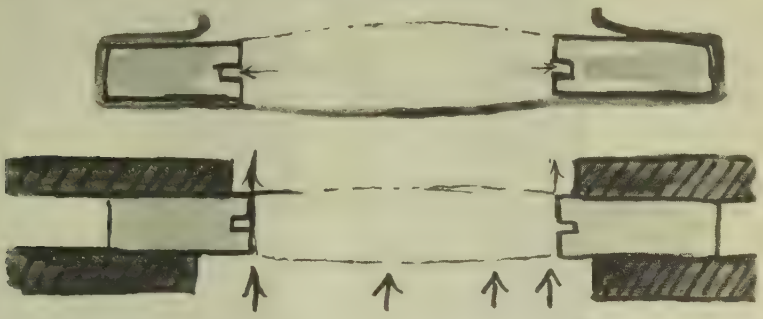


Abb.

In Abbildung 4, 5, 6 und 7 ist das Prinzip der Methode dargestellt.
Die Größe des Spaltes kann aus dem Druck berechnet werden, der gemessen wird, wenn die letzte Blase abreißt.

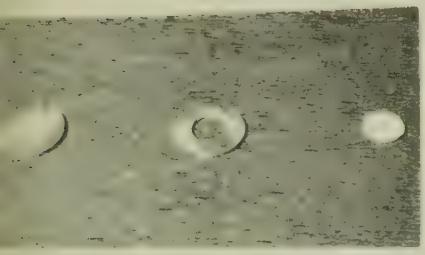


Abb. 4

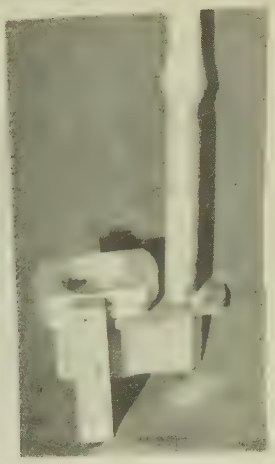


Abb. 5

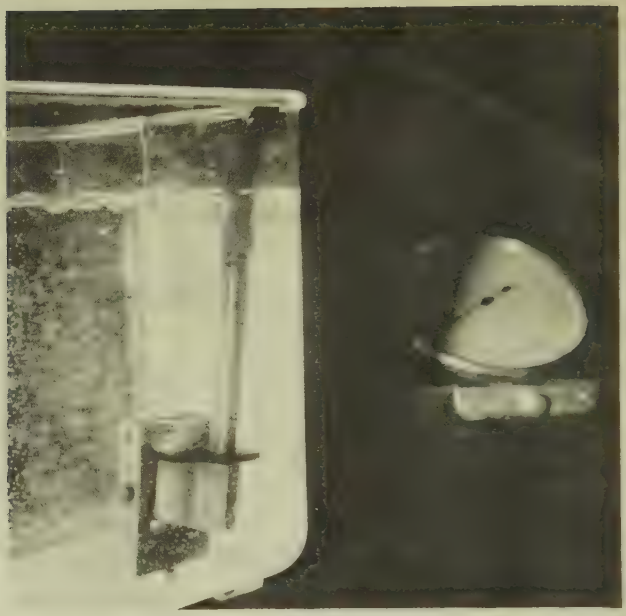


Abb. 6

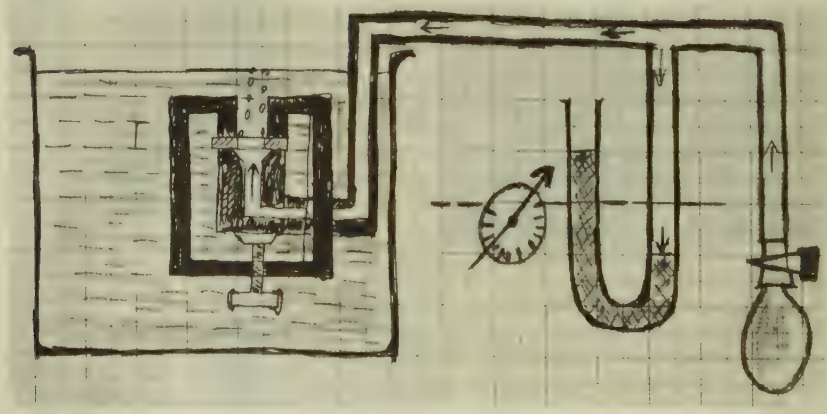


Abb. 7

Um die Wandständigkeit oder eventuelle Spaltbildung zwischen zwei verschiedenen Stoffen zu prüfen, von denen der eine die Metallkrone mit Retention und der andere den Verblendkunststoff darstellen soll, wird dieses Zweistoffsystem in einer Flüssigkeit (Wasser) untergetaucht und Luft oder Gas gegen diese Trennfläche unter ansteigendem Druck gepreßt. Der Druck wird eingestellt, wenn genügend Luftblasen aus dem Prüfkörper aufsteigen. Danach sinkt der Druck bei gleichzeitig vermindertem Luftaustritt. Gemessen wird der Druck, der dann vorhanden ist, wenn die letzte Blase abreißt (s.o.).

(Sollten bei weiter steigendem Druck sich keine Blasen entwickeln, kann auf Fehlen eines Spaltes geschlossen werden.)

Der Spalt kann errechnet werden mittels folgender Formel:

$$d = \frac{2\alpha}{pB} = \frac{1}{a} \cdot 1094{,}1$$

Darin bedeutet:

d = kapillare Spaltbildung

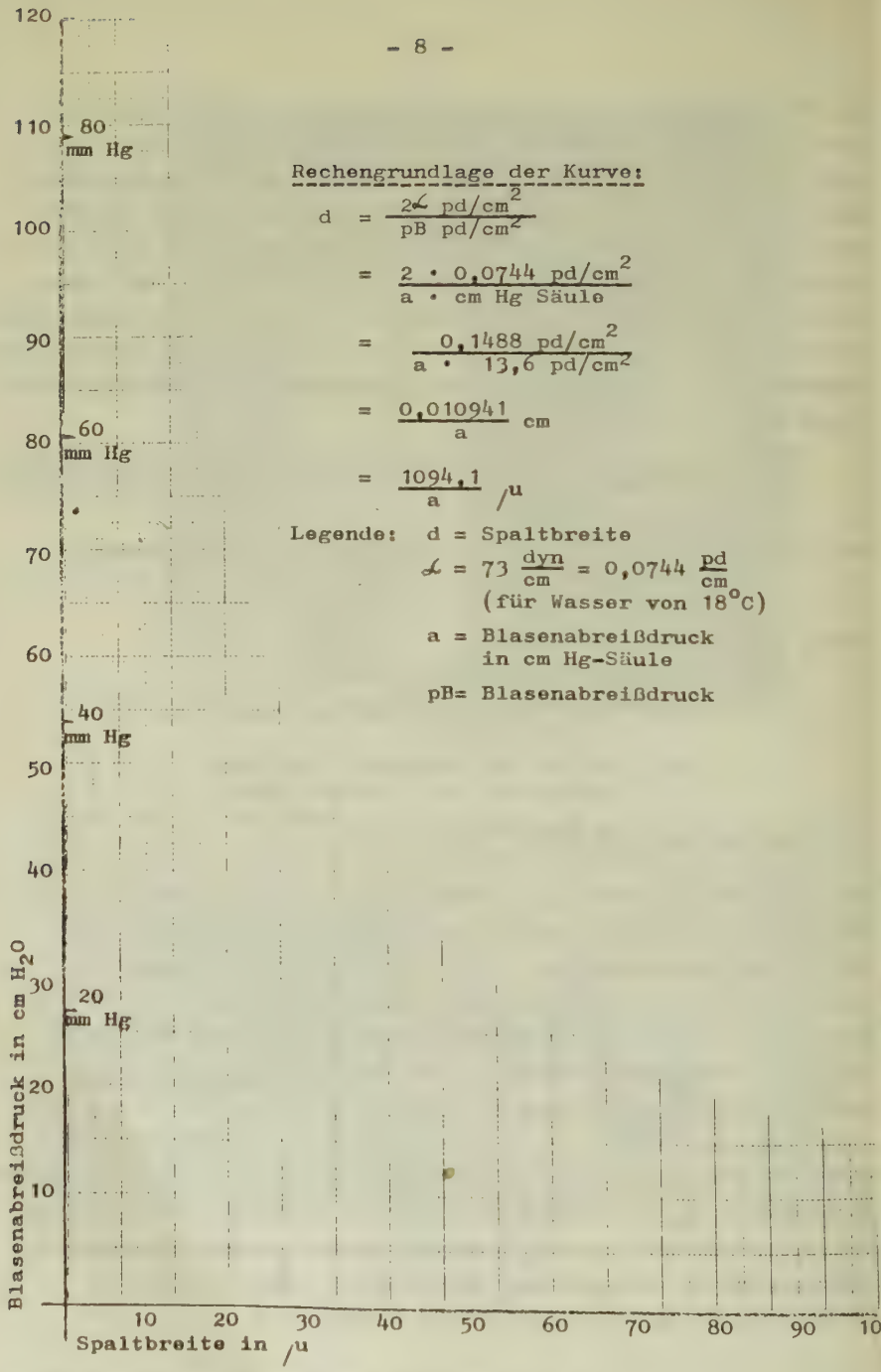
α = Oberflächenspannung des Wassers bei 18° C = 0,0744 pd/cm

pB = der mit dem Manometer gemessene Abreißdruck der letzten Blase

a = cm Hg-Säule

Die Abbildung 7 zeigt die schematische Anordnung der Teile. Mit dem bügelförmigen Halter wird der Probekörper gegen ein U-förmiges Rohr gedrückt. Dieses Rohr ist unter Zwischenschaltung eines Windkessels mit einem Manometer und einem Handgebläse mit Ablaßventil verbunden. Das U-Rohr reicht in ein mit Wasser gefülltes Gefäß, so daß der Probekörper sich unter der Wasseroberfläche befindet.

Um die Spaltbreiten ablesen zu können, wurde auf Grund der obigen Rechengrundlage eine Kurve verwendet, bei der die Ordinate den Blasenabreißdruck in cm-H_2O angibt, sodaß auf der Abszisse die Spaltbreite in /u abgelesen werden kann. Muster einer im Maßstab verkleinerten Kurve siehe Abbildung 8.



Rechengrundlage der Kurve:

$$d = \frac{2\sigma \text{ pd/cm}^2}{pB \text{ pd/cm}^2}$$

$$= \frac{2 \cdot 0{,}0744 \text{ pd/cm}^2}{a \cdot \text{cm Hg Säule}}$$

$$= \frac{0{,}1488 \text{ pd/cm}^2}{a \cdot 13{,}6 \text{ pd/cm}^2}$$

$$= \frac{0{,}010941}{a} \text{ cm}$$

$$= \frac{1094{,}1}{a} \text{ /u}$$

Legende: d = Spaltbreite

σ = 73 $\frac{dyn}{cm}$ = 0,0744 $\frac{pd}{cm}$ (für Wasser von 18°C)

a = Blasenabreißdruck in cm Hg-Säule

pB= Blasenabreißdruck

Abb.8: Kurve für Ablesen der Spaltbreiten in /u

II. Untersuchungsergebnisse

In den folgenden Zahlentabellen sind die Druckwerte in H_2O-Säule wiedergegeben, die für die einzelnen Prüfkörper bei den verschiedenen Versuchsreihen beim Abriß des letzten Blase gemessen wurden.

Die Zusammenstellung der Einzelergebnisse befindet sich in den Tabellen 15 und 16 (Seite 24/25). Hier liegen die Mittelwerte der Versuchsreihen und die sich daraus ergebenden Spaltbreiten in /u vor.

a) Küvettenversuche

Tabelle 1

Küvettenversuche (Heißpolymerisation)

1. Versuchsreihe+	2. Versuchsreihe+
Kulzer Palaferm ohne Opaker	Kulzer Palaferm mit Opaker
54 - 56	29 - 1o
55 - 5o	26 - 19
6o - 42	8 - 17
52 - 52	17 - 28
65 - 58	27 - 24
27 - 39	28 - 13
46 - 21	19 - 15
75 - 6o	14 - 27
31 - 45	16 - 14
28 - 19	17 - 11
6o - 7o	3o - 9
6o - 62	13 - 24
nach Quellung in Wasser	nach Quellung in Wasser
69 - 69	
66 - 61	im Manometer
74 - 66	n i c h t
6o - 1oo	meßbare Werte
7o - 62	
37 - 5o	
41 - 66	
1o8 - 87	
5o - 5o	
23 - 3o	
92 - 82	
76 - 78	

+) Druckwerte in cm H_2O-Säule

Tabelle 2

Küvettenversuche (Heißpolymerisation)

3. Versuchsreihe+		4. Versuchsreihe+	
De Trey mit Opaker		Wilde K.u.B. mit Opaker	
40	25	52	50
39	19	45	46
4o	21	32	38
48	27	34	35
8o	3o	12	22
2o	23	3o	3o
33	38	21	15
15	4o	17	4o
14	15	23	22
43	74	25	48
34	24	4o	4o
56	28	32	33
nach Quellung in Wasser		nach Quellung in Wasser	
92	92	65	85
64	68	6o	79
68	69	53	46
52	48	55	68
1o1	62	149	74
5o	61	57	71
42	68	65	68
73	85	123	68
55	41	85	9o
75	125	52	71
62	65	124	81
98	55	48	45

+) Druckwerte in cm H_2O-Säule

Tabelle 3

Küvettenversuche (Heißpolymerisation)

5. Versuchsreihe+	6. Versuchsreihe+
Ivoclar Colorstat mit Opaker	Vita K.u.B. mit Opaker
51 - 52	45 - 61
36 - 3o	56 - 78
63 - 55	54 - 58
95 - 155	42 - 45
52 - 68	66 - 61
44 - 51	6o - 5o
47 - 54	58 - 61
41 - 47	13o - 57
46 - 55	65 - 7o
2o8 - 43	55 - 6o
42 - 4o	44 - 6o
48 - 58	52 - 55
nach Quellung in Wasser	nach Quellung in Wasser
112 - 62	86 - 9o
37 - 47	1o5 - 1o6
66 - 82	76 - 8o
56 - 83	55 - 8o
7o - 66	82 - 1o1
78 - 85	74 - 8o
57 - 85	85 - 1o1
45 - 7o	62 - 7o
52 - 58	72 - 66
126 - 81	84 - 11o
6o - 62	76 - 82
63 - 86	66 - 71

+) Druckwerte in cm H_2O-Säule

Tabelle 4

Küvettenversuche (Heißpolymerisation)

7. Versuchsreihe+

Luxene mit Opaker

61 - 51
48 - 6o
7o - 76
86 - 76
76 - 73
69 - 7o
62 - 85
83 - 43
52 - 89
59 - 56
58 - 74
94 - 77

nach Quellung in Wasser

96 - 73
98 - 83
85 - 78
112 - 88
9o - 1o1
7o - 78
1o8 - 138
68 - 86
74 - 74
48 - 72
93 - 73
9o - 1o3

+) Druckwerte in cm H_2O-Säule

b) Hedent-Gerät

Tabelle 5

im Hedent-Gerät verarbeitete heißpolymere K.U.B. Materialien

8. Versuchsreihe+	9. Versuchsreihe+
Kulzer Palaferm ohne Opaker	Kulzer Palaferm mit Opaker
42 - 53	51 - 44
56 - 62	52 - 58
52 - 44	47 - 58
5o - 6o	48 - 49
45 - 62	47 - 52
2o - 48	52 - 46
6o - 71	42 - 51
48 - 52	46 - 49
56 - 72	51 - 48
57 - 59	45 - 49
45 - 51	52 - 48
64 - 47	47 - 55
nach Quellung in Wasser	nach QUELLUNG in Wasser
38 - 4o	85 - 57
53 - 61	6o - 82
53 - 46	65 - 8o
5o - 6o	82 - 8o
4o - 68	66 - 1o5
39 - 43	9o - 75
56 - 75	
52 - 5o	
58 - 67	
5o - 59	
46 - 45	
65 - 6o	

+) = Druckwerte in cm H_2O-Säule

Tabelle 6

im Hedent-Gerät verarbeitete heißpolymere K,u,B,Materialien

10. Versuchsreihe+	11. Versuchsreihe+
De Trey K,u,B, ohne Opaker	De Trey K,u,B, mit Opaker
48 - 55	46 - 44
51 - 56	53 - 56
63 - 52	5o - 5o
61 - 6o	58 - 46
55 - 61	54 - 52
55 - 7o	49 - 44
56 - 62	55 - 65
61 - 62	47 - 53
5o - 5o	59 - 76
5o - 58	58 - 66
58 - 59	43 - 52
45 - 48	4o - 42
nach Quellung in Wasser	nach Quellung in Wasser
	48 - 48
	48 - 55
wurde	5o - 58
n i c h t	5o - 63
gemessen	44 - 65
	51 - 55
	64 - 69
	55 - 53
	54 - 79
	68 - 67
	5o - 44
	48 - 6o

+) Druckwerte in cm H_2O-Säule

T a b e l l e 7

im Hedent-Gerät verarbeitete heißpolymere K,U,B, Materialien

12. Versuchsreihe+	13. Versuchsreihe+
Vita K,u,B, mit Opaker	Wilde K,u,B, mit Opaker
41 - 37	38 - 46
5o - 36	4o - 47
51 - 46	5o - 45
5o - 48	44 - 5o
37 - 36	44 - 53
39 - 43	32 - 4o
3o - 28	4o - 17
5o - 48	55 - 6o
57 - 52	46 - 35
37 - 23	44 - 42
43 - 4o	4o - 62
--	44 - 37
nach Quellung in Wasser	nach Quellung in Wasser
wurde	81 - 78
n i c h t	93 - 83
gemessen	21o - 154
	65 - 6o
	1o4 - 62
	55 - 55

+) Druckwerte in cm H_2O-Säule

T a b e l l e 8

Im Hedent-Gerät verarbeitete heißpolymere K.u.B.-Materialien

14. Versuchsreihe+

Ivoclar Colorstat K.u.B. mit Opaker

44	-	64
45	-	3o
49	-	4o
62	-	75
5o	-	42
32	-	45
39	-	61
45	-	7o
4o	-	1o1
1o2	-	63
31	-	38
62	-	75

Wie zu ersehen ist, erweisen sich die Verfahren 8 - 14 als ebenbürtig der Polymerisation in der Küvette.

Es wurde sogar eine geringere Wasseraufnahme festgestellt, was als Fortschritt angesehen werden darf. Der Grund kann in einer erhöhten Dichte der Molekularstruktur liegen.

Der Opaker bringt keinen wesentlichen Vorteil in Bezug auf Spaltbildung.

+) Druckwerte in cm H_2O-Säule

c) Kaltpolymerisate

Tabelle 9

Drucktopfversuche (Kaltpolymerisate)

15. Versuchsreihe+	16. Versuchsreihe+
Kulzer Palaferm ohne Opaker	Kulzer Palaferm mit Opaker
7o - 81	86 - 96
8o - 95	8o - 76
82 - 135	1o3 - 8o
16o - 234	1o2 - 112
194 - 2o8	94 - 96
65 - 84	88 - 1o8
95 - 125	155 - 14o
88 - 154	76 - 156
82 - 92	76 - 98
136 - 122	122 - 128
264 - 1oo	76 - 125
71 - 11o	98 - 86
nach Quellung in Wasser	nach Quellung in Wasser
nicht meßbare Werte	nicht meßbare Werte

+) Druckwerte in cm H_2O-Säule

T a b e l l e 10

Drucktopfversuche (Kaltpolymerisation)

nicht statistisch ausgewertet

Wilde-Wilsat + Opaklack +	Wilde-Wilsat mit DL-Decklack +
62 - 73	76 - 95
n.m.- n.m.	45 - n.m.
64 - 9o	15 - 35
65 - n.m.	218 - n.m.
1o5 - 1o8	74 - n.m.
n.m.- 228	n.m.-n.m.
n.m.- 3o8	n.m.-n.m.
n.m.- 26o	n.m.-n.m.
n.m.- n.m.	n.m.-n.m.
124 - 12o	3o - 45
17o - n.m.	23o -11o
n.m.- 74	21o - n.m.
nach Quellung in Wasser	nach Quellung in Wasser
n i c h t	n i c h t
meßbare Werte	meßbare Werte

Es war sehr starke Wasseraufnahme zu erkennen, aber auch sehr geringe Spaltbildung. Besonders günstig ist die Wertung des Wilde-Decklackes. Grund: sehr gute Haftung des DL-Decklackes am Metall.

+) Druckwerte in cm H_2O - Säule

d) Pyroplastverfahren

Tabelle 11

Pyroplast (neu) mit Kristallmonomer Ivoclar+

12	12
17	14
13	12
12	15
38	26
1o	15
19	17
16	12
16	15
15	9
19	18
12	14

nach Quellung in Wasser

18	42
2o	21
2o	17
16	19
33	41
19	4o
18	26
21	21
22	33
17	16
22	22
18	20

Diese Werte erklären sich durch die relativ schnelle Abkühlung in diesem Verfahren: von 120°C - 20° C in etwa 1 Std.

+) Druckwerte in cm H_2O-Säule

e) Zwischenversuche

(1) Verschiedene Kleber

Bei den Untersuchungen stellte sich die Frage, ob verschiedene Kleber (Zweikomponentenkleber) auf die Spaltbildung Einfluß haben können. Versuche hierzu ergaben folgende Werte:

Tabelle 12

(a) Versuch mit UHU-plus im Hedent-Gerät

1. Versuchskörper mit Opakerpulver gemischt	10	- 12
2. " " " "	7	- 9
3. Versuchskörper ohne Opakerpulver	8	- 6
4. " " "	10	- 12

(b) Versuch UHU-plus + Kaltpolymerisate

1. - 3. Versuchskörper ergaben einen Mittelwert	15	- 30

(c) Versuch mit Henkel-Stabilit express im Hedentgerät

1. Versuchskörper	38	- 33
2. "	43	- 36
3. "	40	- 38
4. "	36	- 58
5. "	33	- 38
6. "	33	- 36

(d) Palaferm - Kaltpolymerisate + Henkel-Stabilit express

1. Versuchskörper	16	- 13
2. "	13	- 18
3. "	88	- 46
4. "	38	- 73
5. "	72	- 36
6. "	23	- 23

(2) Konsistenz der Kunststoffe

Die Überprüfung der Frage, ob die Konsistenz der Kunststoffe die Spaltbildung beeinflußt, ergab die in Tabelle 13 genannten Druckwerte.

T a b e l l e 13

Druckwerte bei verschiedener Konsistenz

(a) im Hedentgerät

dicht	43 - 40
mittel	53 - 52
dünn	42 - 56
sehr dünn	37 - 30

(b) Kaltpolymerisate im Drucktopf

dicht	77 - 79
mittel	62 - 58
sehr dünn	83 - 67

(3) Neue Küvette für das Hedent-Gerät

Schließlich wurde noch die neue Küvette geprüft, die 1970 für das Hedent-Gerät entwickelt wurde. Sie erbrachte folgende Werte:

T a b e l l e 14

De Trey K.u.B. mit Opaker	Ivoclar Colorstat K.u.B. mit Opaker
42 - 51	55 - 60
47 - 44	67 - 64
48 - 47	49 - 60
42 - 46	46 - 48
44 - 45	50 - 49
42 - 67	47 - 59
nach Quellung in Wasser	nach Quellung in Wasser
81 - 78	102 - 90
85 - 75	73 - 145
62 - 74	94 - 93
78 - 63	66 - 6o
67 - 59	62 - 6o
60 - 72	73 - 174

III. Auswertung der meßbaren Werte durch Statistik

Für alle verwendeten statistischen Verfahren standen im Institut für medizinisch-biologische Statistik und Dokumentation der Philipps-Universität, Marburg, Computerprogramme zur Verfügung.
Hier wurden auch die Berechnungen durchgeführt.

In der Auswertung der meßbaren Werte werden der Varianzanalyse und dem SCHEFFE-Test die Ergebnisse der Versuchsreihen, geordnet nach den /u-Werten der Spaltbreiten, vorangestellt.

a) Zusammenstellung der Versuchsreihen, geordnet nach Spaltbreiten

Tabelle 15

Auswertung: LINKS ohne Wasser

Verfahren / Kunststoff	Versuch	Ergebnisse						M.W.	$/^u$
Kaltpolymerisat Palaferm ohne Opaker	15	7o 95	8o 88	82 82	16o 136	194 264	65 71	115,6	13,0
Kaltpolymerisat Palaferm mit Opaker	16	86 155	8o 76	1o3 76	1o2 122	94 76	88 98	96,3	14,6
Küvettenversuch Luxene mit Opaker	7	61 62	48 83	7o 52	86 59	76 58	69 94	68,2	21,8
Küvettenversuch Ivoclar Col.mit Opaker	5	51 47	36 41	63 46	95 2o8	52 42	44 48	64,4	22,7
Küvettenversuch Vita K.u.B. mit Opaker	6	45 58	56 13o	54 65	42 55	66 44	6o 52	60,5	23,6
Hedent-Gerät De Trey KuB ohne Opaker	10	48 56	51 61	63 5o	61 5o	55 58	55 45	54,4	26,6
Küvettenversuch Palaferm ohne Opaker	1	54 46	55 75	6o 31	52 28	65 6o	27 6o	51,1	27,8
Hedent-Gerät De Trey KuB mit Opaker	11	46 55	53 47	5o 59	58 58	54 43	49 40	51,0	27,9
Hedent-Gerät Ivoclar Col.KuB mit Opaker	14	44 39	45 45	49 4o	62 1o2	5o 31	32 62	50,1	28,5
Hedent-Gerät Palaferm ohne Opaker	8	42 6o	56 48	52 56	5o 57	45 45	2o 64	49,6	28,9
Hedent-Gerät Palaferm mit Opaker	9	51 42	52 46	47 51	48 45	47 52	52 47	48,3	29,4
Hedent-Gerät Vita KuB mit Opaker	12	41 3o	5o 5o	51 57	5o 37	37 43	39 --	44,1	31,o
Hedent-Gerät Wilde KuB mit Opaker	13	38 4o	4o 55	5o 46	44 44	44 4o	32 44	43,1	34,1
Küvettenversuch De Trey mit Opaker	3	4o 33	39 15	4o 14	48 43	8o 34	2o 56	38,5	37,4
Küvettenversuch Wilde KuB mit Opaker	4	52 21	45 17	32 23	34 25	12 4o	3o 32	30,2	52,4
Küvettenversuch Palaferm mit Opaker	2	29 19	26 14	8 16	17 17	27 3o	28 13	20,3	85,6
Pyroplast (neu) Kristallmonomer Ivoclar	17	12 19	17 16	13 16	12 15	38 19	1o 12	16,6	99,2

Tabelle 16

Auswertung: RECHTS ohne Wasser

Verfahren / Kunststoff	Versuch	Ergebnisse						M.W.	/u
Kaltpolymerisat Palaferm ohne Opaker	15	81 125	95 154	135 92	234 122	2o8 1oo	84 11o	128,3	11,7
Kaltpolymerisat Palaferm mit Opaker	16	96 14o	76 156	8o 98	112 128	96 125	1o8 86	1o8,4	13,4
Küvettenversuch Luxene mit Opaker	7	51 85	6o 43	76 89	76 56	73 74	7o 77	69,1	19,9
Küvettenversuch Vita KuB mit Opaker	6	61 61	78 57	58 7o	45 6o	61 6o	5o 55	59,7	24,3
Küvettenversuch Ivoclar Col.mit Opaker	5	52 54	3o 47	55 55	155 43	68 4o	51 58	59,0	24,7
Hedent-Gerät Ivoclar KuB mit Opaker	14	64 61	3o 7o	4o 1o1	75 63	42 38	45 75	58,7	24,9
Hedent-Gerät De Trey KuB ohne Opaker	10	55 62	56 62	52 5o	6o 58	61 59	7o 48	57,8	25,2
Hedent-Gerät Palaferm ohne Opaker	8	53 71	62 52	44 72	6o 59	62 51	48 47	56,8	25,5
Hedent-Gerät De Trey KuB mit Opaker	11	44 65	56 53	5o 76	46 66	52 52	44 42	53,8	26,9
Hedent-Gerät Palaferm mit Opaker	9	44 51	58 49	58 48	49 49	52 48	46 55	50,6	29,3
Hedent-Gerät Wilde KuB mit Opaker	13	46 17	47 6o	45 35	5o 42	53 62	4o 37	44,5	32,9
Küvettenversuch Palaferm ohne Opaker	1	56 21	5o 6o	42 45	52 19	58 7o	39 62	43,6	34,1
Hedent-Gerät Vita KuB mit Opaker	12	37 28	36 48	46 52	48 23	36 4o	43 --	39,7	40,3
Küvettenversuch Wilde KuB mit Opaker	4	5o 15	46 4o	38 22	35 48	22 4o	3o 33	34,9	44,1
Küvettenversuch De Trey mit Opaker	3	25 38	19 4o	21 15	27 74	3o 24	23 28	30,3	51,8
Küvettenversuch Palaferm mit Opaker	2	1o 15	19 27	17 14	28 11	24 9	13 24	17,6	94,2
Pyroplast (neu) Kristallmonomer Ivoclar	17	12 17	14 12	12 15	15 9	26 18	15 14	14,9	111,4

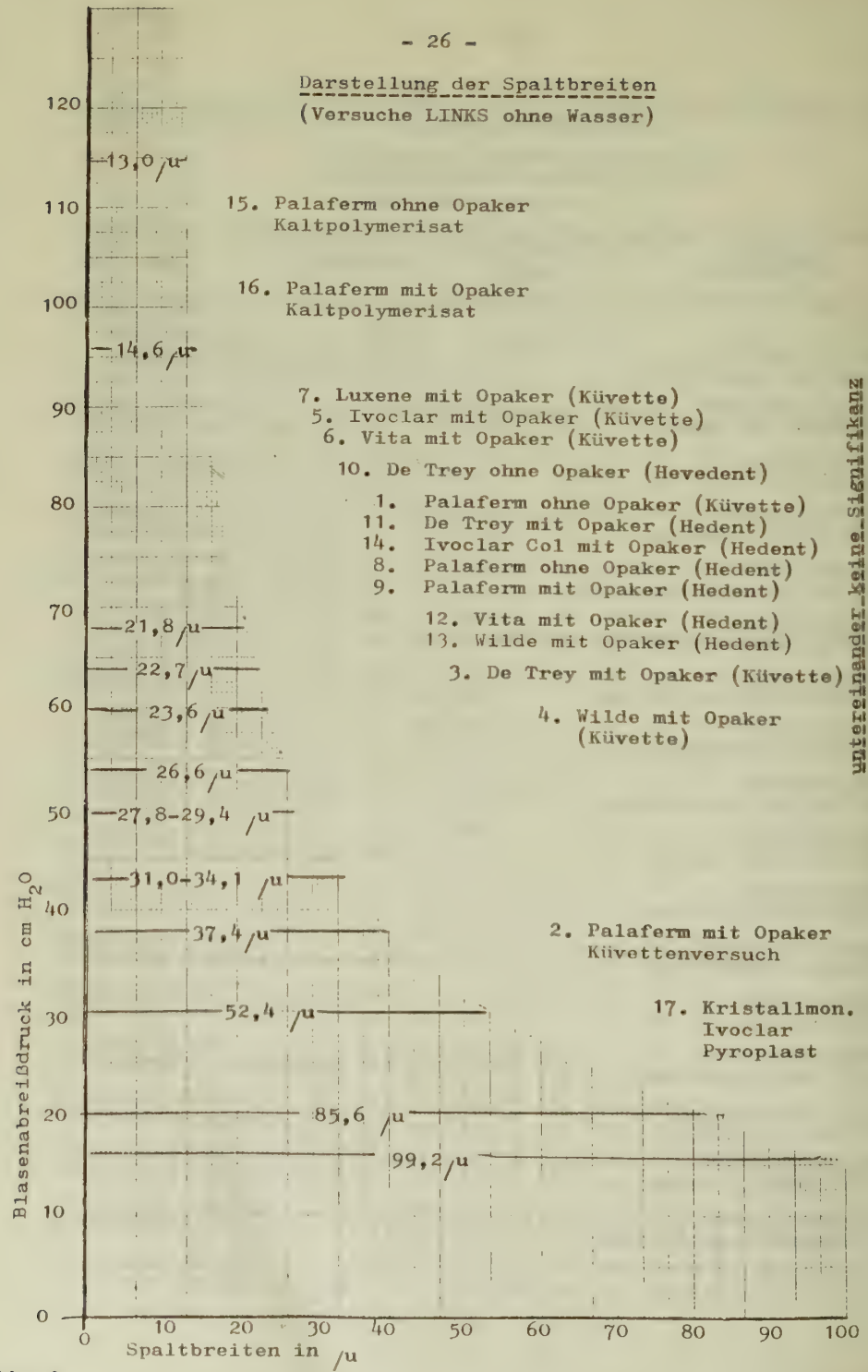

Darstellung der Spaltbreiten
(Versuche LINKS ohne Wasser)
13,0 /u
15. Palaferm ohne Opaker
Kaltpolymerisat
16. Palaferm mit Opaker
Kaltpolymerisat
14,6 /u
7. Luxene mit Opaker (Küvette)
5. Ivoclar mit Opaker (Küvette)
6. Vita mit Opaker (Küvette)
10. De Trey ohne Opaker (Hevedent)
1. Palaferm ohne Opaker (Küvette)
11. De Trey mit Opaker (Hedent)
14. Ivoclar Col mit Opaker (Hedent)
8. Palaferm ohne Opaker (Hedent)
9. Palaferm mit Opaker (Hedent)
12. Vita mit Opaker (Hedent)
13. Wilde mit Opaker (Hedent)
3. De Trey mit Opaker (Küvette)
4. Wilde mit Opaker
(Küvette)
untereinander keine Signifikanz
21,8 /u
22,7 /u
23,6 /u
26,6 /u
27,8-29,4 /u
31,0-34,1 /u
37,4 /u
2. Palaferm mit Opaker
Küvettenversuch
52,4 /u
17. Kristallmon.
Ivoclar
Pyroplast
85,6 /u
99,2 /u
Blasenabreißdruck in cm H_2O
Spaltbreiten in /u
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
110
120

Abb. 9

b) Varianzanalyse

Mit Hilfe der Varianzanalyse wurde geprüft, ob sich die untersuchten Materialien im Durchschnitt überhaupt unterscheiden. Die Prüfgröße dieses Verfahrens ist ein F-Bruch, dessen zugehörige Irrungswahrscheinlichkeit 1 = 0,05 sein muß, damit diese Hypothese positiv beantwortet werden kann.

Die Varianzanalyse brachte für die untersuchten Körper folgende Ergebnisse:

Tabelle 17

Varianzanalyse für die Prüfkörper LINKS ohne Wasser

SOURCE	MEAN SQUARE	D.F.	F-RATIO	P
TOTAL	1049.0627	202.		
GROUPS	7166.9121	16.	13.709	0,0000
ERROR (G)	522.7961	186.		

G MEAN -- (Gruppen-Mittelwert)

1 (12)	2 (12)	3 (12)	4 (12)	5 (12)
51.0833	20.3333	38.5000	64.4167	30.2500
6 (12)	7 (12)	8 (12)	9 (12)	10 (12)
60.5833	68.1667	49.5833	48.3333	54.4167
11 (12)	12 (11)	13 (12)	14 (12)	15 (12)
51.0000	44.0909	43.0833	50.0833	105.5833
16 (12)	17 (12)			
96.3333	16.5833			

Werte in Klammern
= Anzahl der gemessenen Prüfkörper je Verfahren

Tabelle 18

Varianzanalyse für die Prüfkörper RECHTS ohne Wasser

SOURCE	MEAN SQUARE	D.F.	F-RATIO	P
TOTAL	1087.3672	2o2.		
GROUPS	9737.5772	16.	28.368	0.0000
ERROR (G)	343.2631	186.		

G MAEN -- (Gruppen-Mittelwert)

1 (12)	2 (12)	3 (12)	4 (12)	5 (12)
43.6667	17.5833	3o.3333	34.9167	59.oooo
6 (12)	7 (12)	8 (12)	9 (12)	10 (12)
59.6667	69.1667	56.75oo	5o.5833	57.75oo
11 (12)	12 (11)	13 (12)	14 (12)	15 (12)
53.8333	39.7273	44.5ooo	58.6667	128.3333
16 (12)	17 (12)			
1o8.4167	14.9167			

Werte in Klammern
= Anzahl der gemessenen Prüfkörper je Verfahren

In jedem Falle konnte nachgewiesen werden, daß die unterschiedlich behandelten Prüfkörper sich hinsichtlich ihrer Spaltbildung unterscheiden.

c) SCHEFFE-Test

Um zu überprüfen, wie sich die Verarbeitungsverfahren hinsichtlich der Spaltbildung voneinander unterscheiden, ist der bei SACHS beschriebene SCHEFFE-Test die geeignete Methode. (Auf seine mathematische Grundlage braucht wie auch bei der Varianzanalyse nicht näher eingegangen zu werden)

Die Ergebnisse des SCHEFFE-Testes sind aus Tabelle 19 ersichtlich. Es ergab sich, daß die in Versuchsreihen 15 und 16 festgestellten Ergebnisse eindeutig besser sind als in allen anderen Verfahren.

Tabelle 19: SCHEFFE-Test

	links ohne Wasser															
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	o	+	+
2		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	o	o	+
3			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	o	o	+
4				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	o	o	+
5					+	+	+	+	+	+	+	+	+	o	+	+
6						+	+	+	+	+	+	+	+	o	+	+
7							+	+	+	+	+	+	+	+	+	o
8								+	+	+	+	+	+	o	+	+
9									+	+	+	+	+	o	+	+
10										+	+	+	+	o	+	+
11											+	+	+	o	+	+
12												+	+	o	o	+
13													+	o	o	+
14														o	+	+
15															+	o
16																o
17																

	rechts ohne Wasser															
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	o	o	+
2		+	+	o	o	o	+	+	o	+	+	+	o	o	o	+
3			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	o	o	+
4				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	o	o	+
5					+	+	+	+	+	+	+	+	+	o	o	o
6						+	+	+	+	+	+	+	+	o	o	o
7							+	+	+	+	+	+	+	o	+	o
8								+	+	+	+	+	+	o	o	o
9									+	+	+	+	+	o	o	+
10										+	+	+	+	o	o	o
11											+	+	+	o	o	+
12												+	+	o	o	+
13													+	o	o	+
14														o	o	o
15															+	o
16																o
17																

\+ = nicht signifikant (kein statistisch gesicherter Unterschied hinsichtlich der Mittelwerte der jeweiligen Verfahren)

o = s i g n i f i k a n t (statistisch gesicherter Unterschied)

Zwischen den anderen Verfahren ergaben sich hinsichtlich der Druckwerte statistisch keine signifikanten Unterschiede. Im Trend zeigte das Verfahren 7 eine leichte Überlegenheit gegenüber Verfahren 17 und 2.

d) Zwischenversuche

Die Zwischenversuche ergaben

(1) Keine Verbesserung der Spaltbreite durch Zweikomponentenkleber; im Gegenteil: alle Werte waren schlechter (SCHWICKERAT).

(2) (a) Die Konsistenz ist nicht sehr ausschlaggebend bei den Kaltpolymerisaten;

(b) Die Heißpolymerisate zeigten bei sehr dünner Konsistenz schlechte Werte.

(3) Die neue Hevedent-Küvette hat sich nicht als Verbesserung erwiesen.

C. Zusammenfassung

Durch vergleichende Untersuchungen verschiedener Verblendkunststoffe und deren Verarbeitungsverfahren auf Spaltbildung sollte herausgefunden werden, bei welchen Verfahren die besten und günstigsten Werte erreicht werden können.

Die Auswertung der Versuchsergebnisse zeigt deutlich, daß die Kaltpolymerisate die geringste Spaltbildung aufweisen, ja durch Wasseraufnahme diese noch stark verbessern.

Bei der Auswertung der Versuchsergebnisse der verschiedenen Verfahren für heißpolymere K.u.B.-Materialien ergab sich, daß Luxene (im spezifischen Küvettenverfahren hergestellt) die besten Ergebnisse zeigte. Vergleichen wir aber die herkömmlichen Verarbeitungsweisen in Küvetten mit dem des Hedentverfahrens, so ergeben sich bei letzterem keine Nachteile; die Werte sind gleich (s. Statistik). Berücksichtigt man jedoch die Ergebnisse, die aus den Wasserquellungsversuchen gewonnen wurden, so kann man dem Hedentverfahren eine Verbesserung der Kunststoffverarbeitung (Methacrylate) zuerkennen.

Literaturverzeichnis

APPENRODT, J. — Über den Halt von Kunststoff an Metall
Dissertation Marburg 1952

ATKINSON, H.F. und GRANT — Druckschwankungen im Inneren von Polymethylmethakrylat während der Polymerisation
J.penth.Dent. 44, 1965, Heft 5, S. 1044

BECK, U. — Brücken
Zahnärztl. Praxis München, 15, 1964, Heft 16, S. 185

BÜCKING, G. — Kann der Halt des Palaponts bei Verblendkronen verbessert werden ?
Dissertation Marburg 1951

FITZROY, D.C. M.L. SWATZ, R.W.PHILLIP — Physikalische Eigenschaften ausgewählter Dentalkunstharze
J.prosth. Dent 13, 1963, Heft 6, S. 1008

ISSA, H. — Marginale Spaltbildung bei kunststoffacettierten Kronen
J.prosph. Dent. 19, 1969, Heft 3, Seite 28

JANKE, G. — Die fehlerfreie Verarbeitung von Akrylkunststoffen durch Verwendung eines neuen Arbeitsverfahrens
Zahnärztl.Rundschau 1951 Nr. 13 und 14

Über die fugendichte Bindung von Kunststoffen an Metall
Zahnärztl. Welt Nov. 1952

LONG, A.C. — Kunststoffverblendkronen: Die Auswirkung der Zahnpreparation auf die Kronenherstellung und künftige Parodontalgesundheit
J.proth.Dent.19, 1968, Heft 4, S. 317

GUASTA, G. und M. ODASSO — Über die Dimensionsveränderung von Kunststoff
Minerma Sooma 15, Heft 12, S. 858

REUMUTH, E. Die Kunststoffverblendkrone
Deutsche zahnärztl. Zeitschrift
1950, 5.H., S. 6

RITZE, H. Quellung der Kunststoffe
Deutsche zahnärztl. Zeit 20,
1965, Heft 11, S. 1245

Frontzahnersatz: Kunststoff oder Porzellan?
Deutsche zahnärztl.Zeit 24, 1969,
Heft 10, S. 905

ROSSBACH, A. Vergleichende Untersuchung zur
Kunststoffretention an Verblendkronen
Deutsche zahnärztl.Zeit 24, 1969,
Heft 10, S. 861

SACHS, L. Statistische Auswertungsmethoden
Sprenger-Verlag 1969, 2.Aufl.

SCHWICKERATH, H. Die Haftung der Deckstoffe
Deutsche zahnärztl.Zeit, 1963, Heft 2, S.77

Untersuchung der Verblendkunststoffe
und deren Haftung
Deutsche zahnärztl.Zeit, 24, 1969,
Heft 10, S. 858

SZONDY, J. Bewertung und Gebrauch der zahntechnischen Deckstoffe
Deutsche zahnärztl.Zeit 15, 1960,
Heft 20, S. 1396

UHLIG, H. Über das Verbundsystem Kunststoff-Metall
Zahntechnik H 11 und 12, 1952

WINDECKER,D. Zur Verblendung der Frontzahnbrücken
mittels Kunststoffschalen
Deutsche zahnärztl. Zeit 24, 1969,
Heft 8, S. 716

Meinem verehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. Georg JANKE, danke ich für die Überlassung des Themas und die freundliche Unterstützung bei der Planung und Durchführung der vorliegenden Arbeit.

Herrn G. TÜCKE, Assistent im Institut für medizinisch-biologische Statistik und Dokumentation (Direktor Prof. Dr. P. IHM), danke ich für die Unterstützung bei der Auswertung der Meßergebnisse.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. Dr. H. HEUSER für die Übernahme des Coreferates.

L e b e n s l a u f

Am 29. April 1939 wurde ich als Sohn des Tierarztes Dr. Adolf Eichmann und dessen Ehefrau Dentistin Erika Eichmann geb. Spitzner in Höhr-Grenzhausen, Kreis Montabauer, geboren.

Als mein Vater 1942 im Krieg tödlich verunglückte, siedelte meine Mutter nach Usingen im Taunus über, wo sie in der Zahnpraxis meines Großvaters Otto Spitzner ihren Beruf als Dentistin ausübte.

In Usingen besuchte ich von 1947 bis 1953 die Volksschule, anschließend ging ich in das Aufbaugymnasium Usingen, wo ich 1960 die Reifeprüfung ablegte.

Von 1960 bis 1965 habe ich an der Philipps-Universität Marburg Zahnheilkunde studiert. Im Jahre 1962 habe ich dort die zahnärztliche V.orprüfung bestanden und im Jahre 1965 das zahnärztliche Staatsexamen abgelegt.

Seit dieser Zeit bin ich als Assistent in der Zahnpraxis meiner Mutter tätig.

Meine akademischen Lehrer an der Philipps-Universität Marburg waren die Herren Professoren und Dozenten:

Braun-Falco, Dimroth, Gedigh, Hamm, Hennis, Hering, Heuser, Janke, Korb, Kottmeyer, Lang, Löhr, Mahr, Mann, Marx, Manrath, Niessing, Ohsche, Panthe, Petry, Pfütz, Rosemann, Schiff, Schmid, Seidel, Siegert, Siess, Vogt, Walcher, Wendt.